

А. В. АВРОРИН, Е. А. КОПЫЛОВ, В. В. КУЗНЕЦОВ,
В. Н. ЛАЗАКОВ
(Новосибирск)

ОПТИЧЕСКОЕ ВОССТАНОВЛЕНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПО СВЧ-ГОЛОГРАММАМ

Во многих работах показано, что голограммы, записанные на сантиметровых волнах и восстановленные в оптическом диапазоне, обладают достаточно высоким пространственным разрешением. Однако для практического применения методов радиоголографии необходимы дальнейшие исследования по улучшению качества восстановленных изображений и повышению разрешающей способности голографических установок.

В статье приводятся результаты экспериментов по СВЧ-голографии, в которых улучшение качества восстановленных изображений достигнуто благодаря некоторым усовершенствованиям в схеме электронной обработки принимаемых сигналов и обеспечению линейности записи их на фотоматериале.

Запись СВЧ-голограмм осуществлялась на установке, блок-схема которой представлена на рис. 1. В качестве генератора (1) использовался прибор ГЗ-14, работающий на частоте 9370 МГц. Облучающая антенна (2) устанавливалась либо в положении I, либо в положении II, т. е. голографирование велось или в проходящем, или в отраженном объектом излучении. Размер площади, на которой регистрировалось СВЧ-поле, составлял 115×120 см². Приемная антенна (5) перемещалась по горизонтальной направляющей штанге сканера со скоростью 0,04 см/с. Принятый антенной СВЧ-сигнал обрабатывался в блоке (4) совместно с опорным сигналом, поступающим в блок с выхода фазовращателя (3), в котором он получал дополнительный фазовый сдвиг, соответствующий набегу фазы опорной волны при ее падении под некоторым углом к плоскости сканирования. Элементы перестройки фазовращателя механически связаны с направляющей штангой сканера, благодаря чему фаза опорного сигнала могла плавно меняться от 0 до 100π линейно по вертикальной координате.

Сформированный в блоке (4) положительный сигнал $P = C + Aa \times \times \cos(\varphi - \psi)$ (A и a — амплитуды, φ и ψ — фазы регистрируемого и опорного сигналов соответственно; C — постоянная) поступал в блок (6), с помощью которого производилось управление источником света (7), перемещающимся вместе с приемной антенной. Световой сигнал регистрировался фотоматериалом. Полученный фотоснимок интерференционной картины уменьшался до 2×2 мм.

Действительное изображение объекта голографирования восстанавливалось в свете гелий-неонового лазера и проектировалось на экран. Результаты экспериментов по восстановлению изображений иллюстрируются фотографиями рис. 2.

На рис. 2, а, г, е представлены фотографии объектов голографирования (размеры на фотографиях даны в мм). Цифра 3, буква W и мира прорезаны в тонком металлическом экране. Экран помещался между облучающей антенной и сканером. Расстояние от экрана до

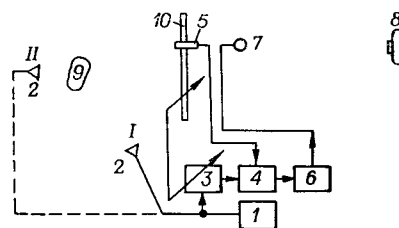


Рис. 1.

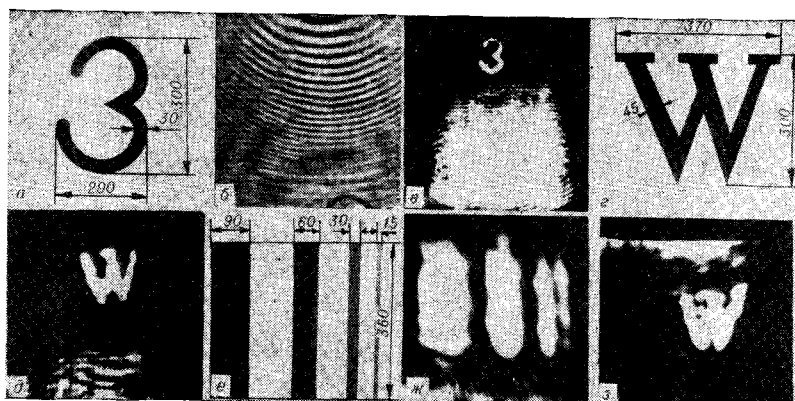


Рис. 2.

сканера составляло 70—100 см. Под фотографиями объектов помещены соответствующие им восстановленные изображения (см. рис. 2, в, д, ж) и одна из типичных голограмм (см. рис. 2, б).

Пространственное разрешение установки достаточно высокое, что иллюстрируется фотографией рис. 2, ж, где восстановление изображения полос мира, расстояние между которыми 30 мм, достаточно хорошо разделены. Предельное разрешение по Релею, определяемое геометрией установки, равно в этом эксперименте 2,7 см.

Для голографирования объектов в отраженном излучении использовалась вырезанная из листа металла буква W с точно такими же размерами, как на рис. 2, г. На рис. 2, з помещено ее восстановленное изображение; при этом все процедуры по обработке принимаемых радиосигналов и по обработке фотоматериалов были в точности такими же, как и для голографирования в проходящем излучении. Несколько искаженное по форме изображение буквы объясняется тем, что она была развернута к плоскости сканера на угол 15° так, чтобы излучение, отраженное поверхностью буквы, принималось подвижной антенной.

Размытость контуров восстановленных изображений, очевидно, объясняется ограниченным пространственным разрешением установки и влиянием шумов, обусловленных неточностями в самой голограмме и рассеянием света лазера фотопленкой и на элементах оптики.

Результаты экспериментов показывают, что при голографировании плоских металлических предметов качество восстановленных оптическим способом изображений может быть достаточно хорошим, а при использовании более совершенных способов регистрации СВЧ-полей и обработки принимаемых сигналов может быть значительно улучшено.

Поступила в редакцию 9 марта 1973 г.